



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005140702/28, 26.12.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2005

(45) Опубликовано: 20.04.2007 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1304584 A1, 15.11.1993. RU 2270463
C1, 20.02.2006. RU 2050007 C1, 10.12.1995. RU
2255071 C2, 10.02.2005. RU 2281530 C1,
10.08.2006. RU 2244320 C1, 10.01.2005. FR
2733494 A, 31.10.1996. US 5015860 A,
14.05.1991. US 4988882 A, 29.01.1991.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул.Мира,19, ГОУ ВПО
"УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной
собственности, Н.П.Невраевой

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Денисов Геннадий Степанович (KG),
Вараксина Евгения Николаевна (RU),
Иванов Владимир Юрьевич (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Королева Татьяна Станиславна (RU),
Райков Дмитрий Вячеславович (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ГОУ ВПО "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЦИНТИЛЛИРУЮЩЕГО СОСТАВА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ НЕЙТРИНО

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к
области ядерной физики, а именно к области
технологии регистрации нейтрино и антинейтрино.
Задачей данного изобретения является повышение
сцинтилляционной эффективности
сцинтиллирующего состава для регистрации
нейтрино. В предложенном изобретении

реализован способ получения сцинтиллирующего
состава для регистрации нейтрино на основе
фторида натрия, активированного иттербием,
который заключается в смешивании компонентов
при следующем соотношении (мол.%): NaF 99,97-
99,6; YbF₃ 0,01-0,3; UO₂(NO₃)₂ 0,01-0,05; кислород
0,01-0,05. 2 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 297 648** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.

G01T 1/202 (2006.01)

G01T 3/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2005140702/28, 26.12.2005**

(24) Effective date for property rights: **26.12.2005**

(45) Date of publication: **20.04.2007 Bull. 11**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul.Mira,19, GOU VPO
"UGTU-UI", Tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, N.P.Nevraevoy**

(72) Inventor(s):

**Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Denisov Gennadij Stepanovich (KG),
Varaksina Evgenija Nikolaevna (RU),
Ivanov Vladimir Jur'evich (RU),
Ishchenko Aleksej Vladimirovich (RU),
Koroleva Tat'jana Stanislavna (RU),
Rajkov Dmitrij Vjacheslavovich (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO "Ural'skij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet-UI" (RU)**

(54) METHOD FOR PRODUCING NEUTRINO-RECORDING SCINTILLATION COMPOUND

(57) Abstract:

FIELD: nuclear physics; recording neutrino and anti-neutrino.

SUBSTANCE: proposed method for producing scintillation compound for recording neutrino and anti-neutrino includes preparation of ytterbium activated and sodium fluoride based compound by

mixing up ingredients in following proportion, mole percent: NaF, 99.97-99.6; YbF₃, 0.01-0.3; UO₂(NO₃)₂, 0.01-0.05; oxygen, 0.01-0.05.

EFFECT: enhanced scintillation efficiency of proposed compound.

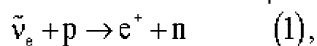
1 cl, 2 dwg, 1 tbl

RU 2 297 648 C1

RU 2 297 648 C1

Изобретение относится к области ядерной физики, астрофизики и физики высоких энергий, конкретно к области технологии регистрации нейтрино и антинейтрино (далее нейтрино), включая солнечные, космические, реакторные нейтрино, нейтрино, получаемые с помощью ускорителей; оно пригодно для создания нейтринных телескопов, нейтринных
 5 детекторов и нейтринных детекторных комплексов наземного и космического базирования, пригодных для удаленного, включая трансземное, обнаружения стационарных и мобильных ядерных реакторных и ускорительных установок и для астрофизических исследований.

Нейтрино ν и антинейтрино $\bar{\nu}$ обладают огромной проникающей способностью вследствие их чрезвычайно низкого сечения взаимодействия с большинством ядер
 10 элементов. Например, сечение взаимодействия антинейтрино с ядрами водорода (наиболее часто используемыми при детектировании в составе большеобъемных жидких или пластиковых сцинтилляционных детекторов) по реакции



равно $\sigma_{\bar{\nu}_e} = 9.4(1.3) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2$ (Большой энциклопедический словарь.

Физика. Ред. А.М.Прохоров. Большая Российская энциклопедия. М., 1998, 944 с.).

Нейтрино и антинейтрино отличаются своим происхождением: нейтрино рождается в паре с позитроном, а антинейтрино - в паре с электроном. Для регистрации нейтрино
 20 используют пузырьковые, искровые камеры или сцинтилляционные жидкостные или твердотельные детекторы. Сцинтилляционные детекторы получили широкое распространение.

При регистрации нейтрино (антинейтрино) с помощью жидкостного сцинтиллятора по реакции (1) сцинтилляции в жидком детекторе возникают за счет двух процессов. Первый
 25 связан с регистрацией γ -квантов от аннигиляции позитрона e^+ и электрона (два γ -кванта с энергией 0,511 МэВ каждый), второй, смещенный во времени сигнал, связан с регистрацией γ -квантов от продуктов реакции нейтрона n с ядрами элементов, добавляемых в жидкий сцинтиллятор специально для захвата нейтронов ядрами
 30 элементов, имеющих повышенное сечение взаимодействия с нейтронами, например, в случае добавки ядер ^{10}B вследствие реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha, \gamma)^7\text{Li}$ образуются γ -кванты с энергией 0,488 МэВ. Наличие двух последовательных сигналов от этих сцинтилляторов достоверно подтверждает факт регистрации нейтрино. В последнее время в мировой
 практике для регистрации нейтрино и антинейтрино стали применяться твердотельные сцинтилляционные составы, содержащие либо ядра водорода (пластики), с помощью
 35 которых по реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$ идет регистрация нейтрино, либо содержащие ядра элементов с повышенным сечением взаимодействия с нейтрино (антинейтрино), например, изотопы иттербия ^{176}Yb . Ниже описаны известные аналоги сцинтилляционных детекторов на жидкой (водородсодержащей) и твердотельной (водородсодержащей и другой) основе.

Известен нейтринный сцинтилляционный детектор (F.Suekane, T.Iwamoto, H.Ogawa, O.Tajima, H.Watanabe / An Overview of the KamLAND 1 kiloton Liquid Scintillator //
 40 Proceeding of the KEK-RCNP International School and Miniworkshop for Scintillating for Scintillating Crystal and their Application in Particle and Nuclear Physics. 2004 KEK, Tsukuba, Japan, pp.279-290). Детектор в виде шарообразного сосуда диаметром 13 м состоит из жидкого сцинтиллятора, имеющего состав 80 объемн.% нормального
 45 додекана +20 объемн.% псевдокумена +1,52 г/л PPO. Регистрация нейтрино проводится по известной реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$ и далее $n+p \rightarrow d+\gamma$ (2.2 МэВ). Первичные световые

вспышки в жидком сцинтилляторе возникают при прохождении позитронов e^+ через жидкий сцинтиллятор и их аннигиляции с электронами. Второй сигнал, связанный
 50 с γ -квантами (2,2 МэВ), появляется через 200 мкс после появления позитронного сигнала. Два регистрируемых сигнала обеспечивают достоверность регистрации нейтрино. Однако удельная эффективность регистрации нейтрино таким детектором невысока из-за низкого сечения реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$, на уровне $\approx 9 \cdot 10^{-44} \text{ см}^2$.

Известен сцинтилляционный детектор нейтрино, именуемый авторами Сци-Бар-детектор (H.Maesaka / The K2K SciBar Detector // Proceeding of the KEK-RCNP International School and Miniworkshop for Scintillating for Scintillating Crystal and their Application in Particle and Nuclear Physics. 2004 KEK, Tsukuba, Japan, pp. 185-198;

- 5 M.Hasegawa / Calibration System of the K2K SciBar Detector. // Proceeding of the KEK-RCNP International School and Mini-workshop for Scintillating for Scintillating Crystal and their Application in Particle and Nuclear Physics. 2004 KEK, Tsukuba, Japan, pp.243-248). Известный сцинтилляционный детектор нейтрино содержит 14400 сцинтилляционных блоков-стрипов из пластика (органический сцинтиллятор). Каждый стрип
10 имеет продольный канал, содержащий светособирающее волокно, играющее одновременно роль сместителя спектра. Сенсором, веществом, чувствительным к нейтрино, является сцинтиллирующий состав - пластик (водородсодержащее вещество на основе полистирена с добавками PPO (1 вес.%) POPOP (0,03 вес.%)). Однако в этом сцинтиллирующем составе нейтрино (антинейтрино) регистрируются по реакции
15 $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$, имеющей невысокое сечение, равное

$$\sigma_{\bar{\nu}_e} = 9.4 (1.3) \cdot 10^{-44} \text{ см}^2. \quad \text{Таким образом, недостатком известного}$$

- сцинтиллирующего состава для детектирования нейтрино является его невысокая чувствительность к нейтрино, вследствие невысокого сечения взаимодействия сенсорных
20 ядер с нейтрино. Кроме того, имеется еще один существенный недостаток известного сцинтилляционного детектора нейтрино: плохое согласование спектра свечения пластика на основе полистирена (с PPO и POPOP), обладающего фиолетово-синим свечением, со спектральной чувствительностью фотоприемных устройств, поэтому светособирающие
25 волокна вынуждены изготавливать из материала, способного играть роль сместителя спектра: они преобразуют голубое свечение пластика ($\lambda=430$ нм) в сине-зеленое свечение ($\lambda=476$ нм) и обеспечивают транспортировку сине-зеленого света к многоканальному (64 канала) фотоэлектронному умножителю, играющему роль фотоприемника. Таким образом, волоконные сместители спектра в сцинтилляционном
30 детекторе нейтрино является критическим компонентом при светосборе. Это специально отмечено в вышеприведенном источнике информации, как недостаток.

- Известен сцинтиллирующий состав для регистрации нейтрино на основе двух групп волокон: неорганических кристаллических волокон AgCl-AgBr-AgI и волокон из пластика - органического $(CH)_n$ материала (Л.В.Жукова, В.В.Жуков, Б.В.Шульгин, Ю.Н.Макурин.
35 Сцинтилляционный световод. Патент РФ №2154290 (2000)). Такой состав был предложен для глубоководных измерений световых вспышек, вызванных нейтрино по их реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$ с ядрами водорода. Однако эффективность регистрации нейтрино таким составом невысока из-за малого сечения реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$ на ядрах водорода пластика.

- 40 Известны сцинтиллирующие составы, содержащие изотоп ^{176}Yb , для регистрации нейтрино (C.Pedrinì, C.Dujardin, N.Gamier / Crystals and thin films for scintillators // Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Межвузовский сборник научных трудов. Екатеринбург, Уральский государственный технический университет. 2002. вып.11. с.3-29). Сцинтиллирующие составы обеспечивают регистрацию нейтрино за счет реакций
45 $\nu_e + ^{176}\text{Yb} \rightarrow ^{176}\text{Lu}^* + e^-$ ($Q = 301$ кэВ),
 $^{176}\text{Lu}^* \rightarrow ^{176}\text{Lu} + \gamma$ ($E_\gamma = 72$ кэВ).

- Сцинтилляционные импульсы, вызванные быстрым электроном и (с задержкой 50 нс) квантом рентгеновского излучения ($E=72$ кэВ), достоверно подтверждают факт регистрации
50 нейтрино. Известен сцинтиллирующий состав для регистрации нейтрино, на основе граната YAG:Yb, полная формула $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Yb}$ (с содержанием Yb 2, 15 и 50 мол.%). Такой детектор характеризуется наносекундными сцинтилляциями со спектром свечения в области 330 (интенсивная) и 500 нм (слабая полоса). Инфракрасная полоса 1,01 мкм в

спектре YAG:Yb, непосредственно связанная с переходами в ионах Yb^{3+} , имеет малую интенсивность. Свечение 330 и 480 нм связано с полосами переноса заряда в центрах $\text{Yb}^{3+} + h\nu + e_c$ (здесь $h\nu$ - дырка в валентной зоне; e_c - электрон в зоне проводимости).

Однако такой состав (регистрация нейтрино имитировалась регистрацией квантов рентгеновского и гамма-излучения) имеет ощутимый световыход сцинтилляций только при температурах не выше 150-170K. Он не может функционировать при комнатной температуре, вследствие температурного тушения сцинтилляций и снижения их интенсивности практически до уровня фона. Аналогичная ситуация зафиксирована (тот же источник информации) для сцинтиллирующих составов для регистрации нейтрино на основе LuAG:Yb (15%) и YAP:Yb (8%). Они так же, как и YAG:Yb не пригодны для регистрации нейтрино при комнатной температуре.

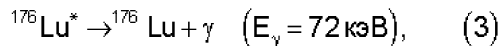
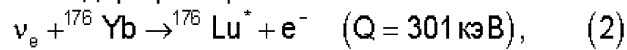
Известны сцинтиллирующие составы на основе кристаллов NaF:U, Me, где Me=Cu, Na, Ti, Pb (М.М.Кидибаев / Радиационно-стимулированные процессы в кристаллах (Li, Na)F-U, Me / Каракол - Екатеринбург, 1999, 220 с., раздел 5.4, стр.173.). Так, сцинтиллятор состава (мол.%) NaF 99.98-99.9, $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 0.01-0.05, CuF_2 0.01-0.05, работающий в токовом режиме, на порядок превышает по световыходу такой сцинтиллятор как YAG-Ce ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ -Ce). Однако, известные сцинтиллирующие составы на основе NaF:U, Me обеспечивают регистрацию нейтрино за счет реакции с ядрами ^{19}F и ^7Na . Сечение этих реакций недостаточно высоко ($\sim 10^{-44} \text{ см}^2$), и поэтому эффективность регистрации нейтрино невысокая.

Известны сцинтиллирующие составы для регистрации нейтрино на основе фторида лития LiF (М.М.Кидибаев / Радиационно-стимулированные процессы в кристаллах (Li, Na)F-U, Me / Каракол - Екатеринбург, 1999, 220 с., разделы 5,8 и 5,8, стр.187-189, а также Л.В.Викторов, В.М.Скориков, В.М.Жуков, Б.В.Шульгин. Неорганические материалы. 1991, т.27, №10, с.2005-2029). Так сцинтилляционный детектор LiF:U, Cu имеет длительность сцинтилляции $\tau \approx 40$ мкс, длину волны излучения $\lambda = 525$ нм, эффективный атомный номер $Z_{\text{эф}} = 8,2$. Световыход относительно NaI-Tl $C_{\text{отн}} = 5,2\%$. Другой известный сцинтиллирующий состав для регистрации нейтрино LiF:W (Т.А.Charkina, L.G.Eidelman. Book of Abstracts Int. Conf. On Inorganic Scintillators and Their Application. Netherlands: Delft. 1995. p.105 and p.161) также имеет невысокий световыход: $\tau \approx 40$ мкс, $\lambda = 430$ нм, $Z_{\text{эф}} = 8,2$, $C_{\text{отн}} = 3,2$. Однако, известные сцинтиллирующие составы обеспечивают регистрацию нейтрино за счет реакции с ядрами ^{19}F и ^7Li . Сечение этих реакций недостаточно высоко ($\sim 10^{-44} \text{ см}$), и поэтому эффективность регистрации нейтрино известным сцинтиллирующим составом невысокая.

Известны сцинтиллирующие составы на основе легированных или чистых кристаллов LiF и NaF с центрами окраски LiF-Sc, LiF-Sr, LiF-U, Cu, NaF-U, Cu (Д.В.Райков, В.Ю.Иванов, Б.В.Шульгин и др. / Сцинтилляторы на основе кристаллов LiF и NaF с центрами окраски // Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Межвуз. сб. научн. трудов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. Вып.10. с.4-10.) с основной полосой свечения в области 600-750 нм (максимум при 670 нм) и длительностью сцинтилляции порядка наносекунд. Красная полоса свечения 660-750 нм сцинтилляторов является основной, ее интенсивность в 3-8 раз превышает интенсивность дополнительных сине-зеленых полос свечения в области 440-520 нм. Природа этих полос связана в основном с центрами окраски F_2 -типа (670 нм) и F_3^+ -типа (440-520 нм). Сцинтилляторы на центрах окраски в легированных или чистых кристаллах LiF и NaF пригодны для регистрации импульсных электронных пучков и для регистрации рентгеновского излучения. Однако применение известных сцинтилляторов на центрах окраски для регистрации нейтрино ограничено из-за низкого сечения взаимодействия последних с ядрами ^7Li и ^{19}F .

Наиболее близким к заявленному по составу и выполняемым функциям является сцинтиллирующий состав NaF:Yb (Г.С.Денисов, А.С.Бекташов, Е.Н.Вараксина, А.В.Ищенко, Е.А.Меньшикова, Т.В.Хисамбиева, В.С.Черемных / Спектры рентгенолюминесценции кристаллов NaF:Yb. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Межвуз. сб. научн. трудов.

Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2005. №20, С.67-70). Регистрация нейтрино происходит благодаря реакции.



имеющей повышенное сечение. Однако световой выход известного сцинтилляционного детектора (максимумы свечения расположены при длинах волн 480 и 645 нм) очень мал (доли % относительно световыхода NaI-Tl), так что эффективность регистрации нейтрино с помощью состава NaF-Yb очень низкая, несмотря на достаточно высокие сечения реакции (2).

Задачей предлагаемого изобретения является повышение сцинтилляционной эффективности сцинтиллирующего состава для регистрации нейтрино. Указанная задача решается за счет того, что сцинтиллирующий состав на основе NaF:Yb дополнительно активируют ураном и кислородом при следующем соотношении компонентов (мол.%): NaF 99,97-99,60; YbF₃ 0,01-0,3; UO₂(NO₃)₂ 0,01-0,05, кислород 0,01-0,05. Это обеспечивает создание в NaF:Yb, U, O эффективных связанных центров свечения типа UO₅F, что повышает световой выход сцинтилляций в 20-30 раз в сравнении с таковым для состава, имеющего только иттербиевую примесь NaF:Yb.

Спектр рентгенолюминесценции предлагаемого сцинтиллирующего состава NaF:Yb, U, O (фиг.1) для регистрации нейтрино в сравнении со спектром рентгенолюминесценции прототипа NaF-Yb (фиг.2) приведен на чертежах. Регистрация нейтрино имитировалась регистрацией рентгеновского излучения. Как видно из фиг.1,2 при рентгеновском возбуждении световой выход состава NaF:Yb, U, O в 25-30 раз превышает световой выход известного сцинтиллирующего состава NaF:Yb. Основные полосы свечения сцинтиллирующего состава NaF:Yb, U, O расположены в области 518-630 нм с максимумами при 518, 535, 549, 555 (наиболее интенсивная полоса), 571, 578, 596, 603, 623 и 630 нм, что хорошо согласуется со спектральной чувствительностью мультищелочных фотокатодов и PIN-фотодиодов.

Предлагаемый сцинтиллирующий состав для регистрации нейтрино используют в виде монокристаллов. Указанные пределы содержания фторида натрия, примесей иттербия, урана и кислорода в предлагаемом составе определены требованиями стехиометрии и изоморфной емкости для получения кристаллов с кубической структурой, характеризующихся высоким оптическим качеством.

Активирующее действие урана со связанным кислородом в сочетании с высокими оптическими качествами кристаллической матрицы состава обеспечивает повышение сцинтилляционной эффективности регистрации нейтрино (регистрация осуществляется в основном с помощью ¹⁷⁶Yb-изотопа). Отклонение от пределов концентрации Yb, U и O ведет к уменьшению сцинтилляционной эффективности.

Пример. Выращивание монокристаллов NaF:Yb, U, O производят из расплава по методу Киропулоса на ориентированные затравки из компонентов особой чистоты (марки ОСЧ). Прокаленные компоненты NaF, YbF₃ и UO₂(NO₃)₂ взвешивают в соответствии с формулой состава и тщательно перемешивают, затем просушивают и расплавляют в платиновом тигле. Выращивание кристалла длиной 2-8 см, диаметром 1,5-2 см ведут методом Киропулоса со скоростью до 1 мм/час при температуре 1000°C на воздухе. После выращивания кристаллы отжигаются на воздухе при температуре 720-740°C в течение 2-3 часов. Операция отжига является необходимым условием приведения системы NaF:U, Yb, O в состояние, при котором система насыщается примесным кислородом, а примеси Yb³⁺ и U⁶⁺ располагаются в регулярных узлах кристаллической решетки, замещая ионы Na⁺ с необходимой компенсацией избыточного заряда Yb³⁺ и U⁶⁺ за счет примесных ионов O²⁻, замещающих ионы F⁻. Регулярное положение примесных ионов U в Na⁺ узлах решетки NaF подтверждено методом Резерфордского обратного рассеяния при концентрациях урана, ограниченных формулой изобретения. Содержание кислорода сопряжено с содержанием урана. Из кристалла NaF:U, Yb, O выкалывают пластинки толщиной 1-5 мм, диаметром 15-

20 мм. Для этих образцов измеряют сцинтилляционные характеристики (спектр свечения и световыход), которые приведены в Таблице 1.

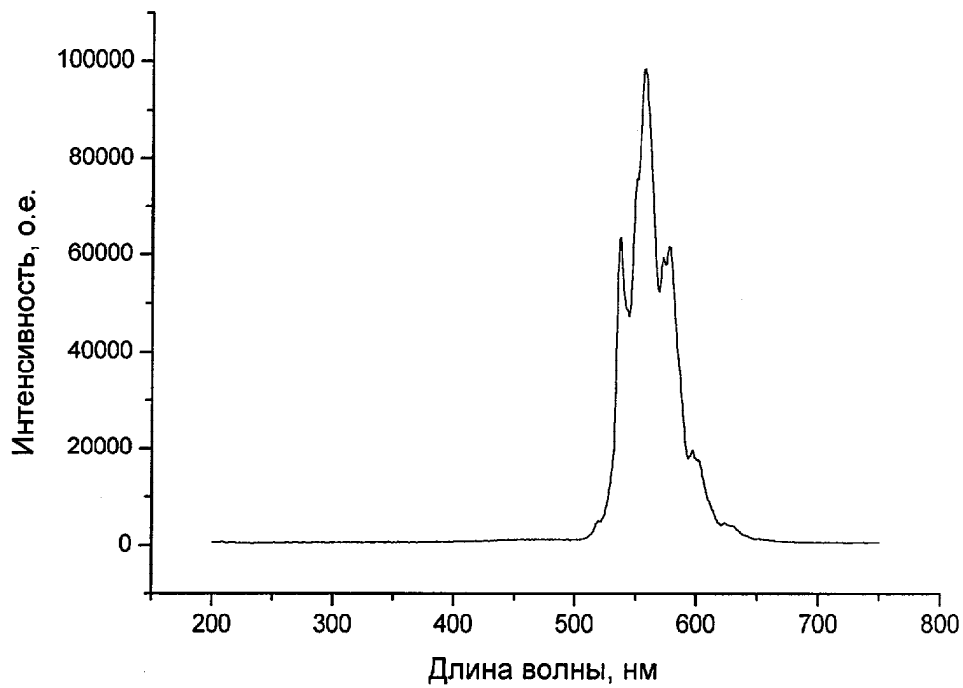
Таблица 1.							
Состав сцинтиллятора, мол. %				λ_m , нм	$C_{отн}$	τ_e , мкс	Т, К
NaF	YbF ₃	UO ₂ (NO ₃) ₂	O				
99,97	0,3	прототип	прототип	480 645	0,03±0,05	-	-
99,6	0,3	0,05	0,05	555 ¹⁾	~1,0	>40	300
99,97	0,01	0,01	0,01	555 ¹⁾	~1,0	>40	300
99,7	0,2	0,05	0,05	555 ¹⁾	~1,0	>40	300
99,0	1,0 ²⁾	1,0 ²⁾	1,0		~2,0	-	-
Базовый объект CsI-Tl				510	~1,0 ³⁾	0,6	300
Аналог YAG-Yb ⁴⁾					~0,01		300
Синтез в инертной атмосфере без кислорода				-	0	-	-
99,6	0,3	0,1	-				
¹⁾ Всего в спектре 10 линий (518, 535, 549, 555, 571, 578, 596, 603, 623 и 630 нм) ²⁾ Наблюдается агрегация активаторов, не связанных с регулярными узлами кристаллической решетки. ³⁾ В импульсном режиме световыход сцинтилляции эталона CsI-Tl превышает световыход предлагаемого сцинтиллирующего состава на 60-80%. ⁴⁾ Сцинтиллятор YAG:Yb не эффективен при работе при комнатной температуре, поскольку максимальный световыход сцинтилляций этого состава наблюдается при 140-150К. При 300К световыход сцинтилляций YAG:Yb находится на уровне фона. В таблице приняты следующие обозначения: λ_m - положение максимума полосы свечения сцинтилляции, нм; $C_{отн}$ - относительный сцинтилляционный световыход состава в интегральном режиме; τ_e - время затухания сцинтилляции по уровню 1/e; Т - температура измерений.							

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что отклонение от пределов концентрации NaF, YbF₃, UO₂(NO₃)₂, O ведет к значительному уменьшению сцинтилляционного световыхода. Синтез в бескислородной инертной атмосфере приводит к полной деградации сцинтилляционных свойств.

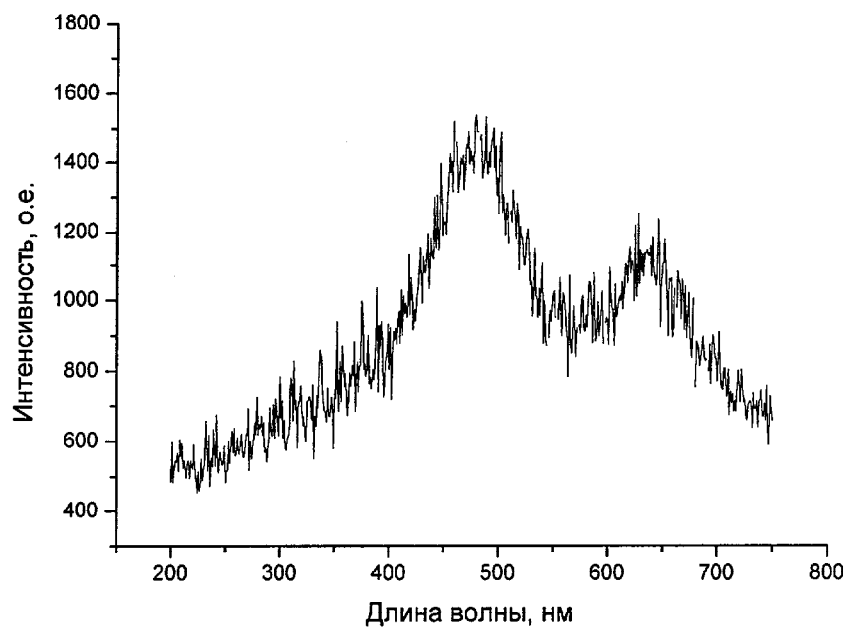
Формула изобретения

Способ получения сцинтиллирующего состава для регистрации нейтрино на основе фторида натрия, активированного иттербием, заключающийся в том, что в процессе приготовления данного состава смешивают компоненты в следующем соотношении, мол. %:

NaF	99,97÷99,6
YbF ₃	0,01÷0,3
UO ₂ (NO ₃) ₂	0,01÷0,05
Кислород	0,01÷0,05



Фиг.1



Фиг.2



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: **2005140702**

Дата прекращения действия патента: **27.12.2007**

Извещение опубликовано: **20.10.2009** БИ: **29/2009**
